

H 24

PATENT
4001-1003

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Mathias BISCHOFF et al. Confirm. No.: 3605
Appl. No.: 10/036,401 Group: 2633
Filed: January 7, 2002
For: DEVICE AND METHOD
FOR RESTORING CONNECTIONS
IN AUTOMATICALLY SWITCHABLE
OPTICAL NETWORKS

CLAIM TO PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

June 5, 2002

Sir:

Applicant(s) herewith claim(s) the benefit of the priority filing date of the following application(s) for the above-entitled U.S. application under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
GERMANY	101 42 372.1	30 August 2001

Certified copy(ies) of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

Respectfully submitted,

YOUNG & THOMPSON

Benoit Castel

Benoit Castel, Reg. No. 35,041

745 South 23rd Street
Arlington, VA 22202
Telephone (703) 521-2297

BC/bam

Attachment(s): 1 Certified Copy(ies)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 42 372.1

Anmeldetag: 30. August 2001

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren zum Wiederherstellen von Verbindungen in automatisch schaltbaren optischen Netzen

Priorität: 5.1.2001 US 60/260,037

IPC: H 04 B, H 04 L

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Mai 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hoiß

Zusammenfassung

5 Vorrichtung und Verfahren zum Wiederherstellen von Verbindungen in automatisch schaltbaren optischen Netzen

Die Erfindung betrifft ein optisches Nachrichtennetzwerk (20), ein optisches Nachrichtenübermittlungsverfahren, sowie Netzknoteneinrichtungen (2, 3) zur Verwendung in einem optischen Nachrichtennetzwerk (20), bei welchem über eine erste Datenverbindung zwischen einer ersten Netzknoteneinrichtung (1) und einer zweiten Netzknoteneinrichtung (6) optische Signale unter Zwischenschaltung mehrerer weiterer, miteinander verbundener Netzknoteneinrichtungen (2, 3, 4, 5) ausgetauscht werden, wobei nach einer Störung auf der ersten Datenverbindung zum Aufbau einer zweiten Datenverbindung, welche zumindest teilweise als Ersatz für die erste Datenverbindung fungiert, von einer dritten Netzknoteneinrichtung (3) ein Signalisiersignal (S32) an eine mit der dritten Netzknoteneinrichtung (3) verbundene vierte Netzknoteneinrichtung (2) gesendet wird, welches einen von der dritten Netzknoteneinrichtung (3) ermittelten Parameter (NRR, n) enthält, auf Basis dessen ermittelt wird, ob die vierte Netzknoteneinrichtung (2) für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, oder nicht.

- Figur 6 -

00000000

A B C D E G F

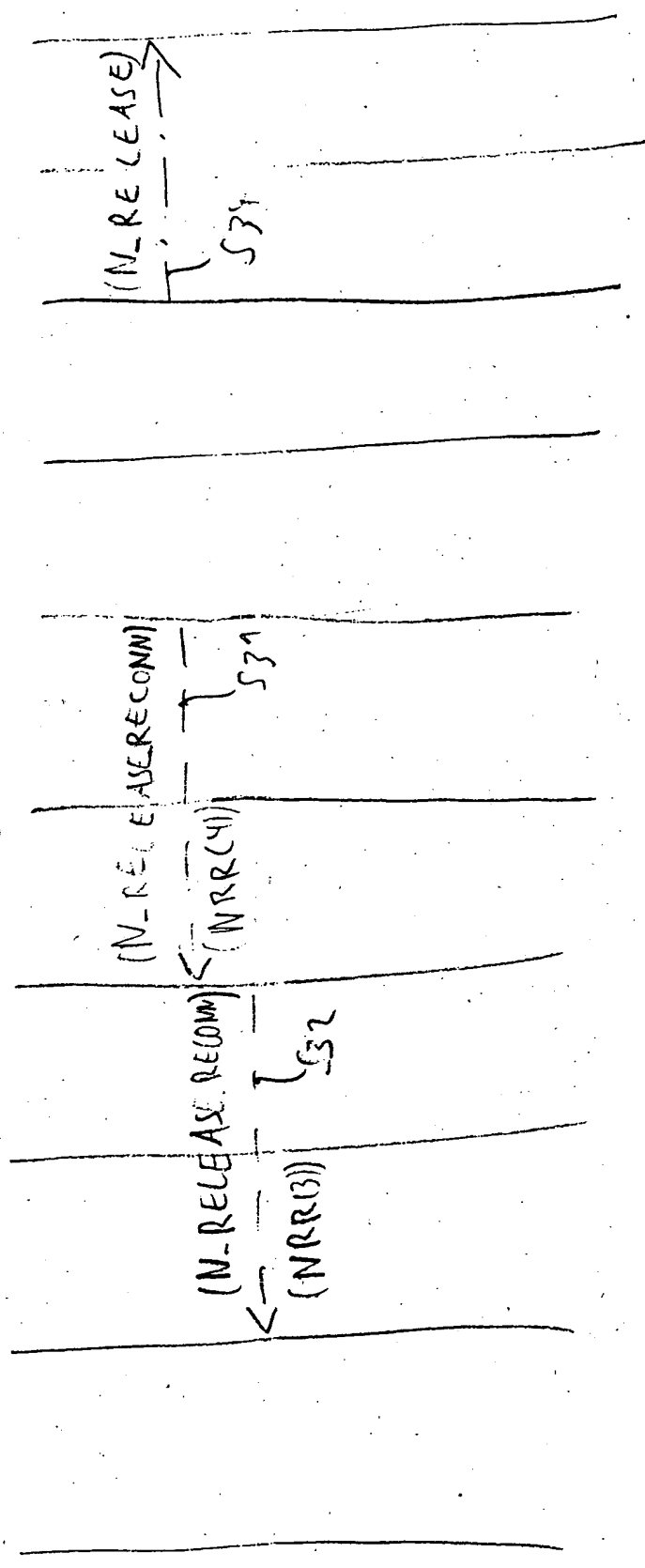


Fig. 6

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zum Wiederherstellen von Verbindungen in automatisch schaltbaren optischen Netzen

Die Erfindung betrifft ein optisches Nachrichtennetzwerk gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1, Netzknoteneinrichtungen zur Verwendung in einem derartigen optischen Nachrichtennetzwerk, sowie ein optisches Nachrichtenübermittlungsverfahren gemäß Oberbegriff des Anspruchs 17.

Optische Nachrichtennetzwerke weisen im Allgemeinen eine erste Sende-/Empfangseinrichtungen auf, von welcher aus über eine Datenverbindung optische Signale unter Zwischenschaltung mehrerer miteinander verbundener Netzknoteneinrichtungen an eine zweite Sende-/Empfangseinrichtung übermittelt werden. Die Netzknoteneinrichtungen können z.B. jeweils über einen oder mehrere Lichtwellenleiter miteinander verbunden sein.

Die Datenübertragung innerhalb des Nachrichtennetzwerks erfolgt beispielsweise mit Hilfe von optischen WDM-Binärsignalen ("WDM" = wavelength division multiplex bzw. Wellenlängen-Multiplex). Dabei können über einen einzigen Lichtwellenleiter mehrere, wellenlängengemultiplexte, gepulste optische Signale übertragen werden.

Bei den derzeit im Betrieb befindlichen optischen Nachrichtennetzwerken wird die Datenverbindung nicht dezentral von den einzelnen Netzknoteneinrichtungen aus aufgebaut, sondern von einer zentralen Steuereinrichtung bzw. einem zentralen Netzmanagement.

Dabei wird neben der eigentlichen "Arbeits"-Datenverbindung - unabhängig von deren Zustand - parallel auch eine "Ersatz"-Datenverbindung aufgebaut. Beim Auftreten von Störungen (oder zu starken Störungen) auf der "Arbeits"-Datenverbindung wird

die Datenübertragung dann schnell von der "Arbeits"- auf die "Ersatz"-Datenverbindung umgeschaltet (protection switching).

Im Gegensatz zu den derzeit in Betrieb befindlichen optischen Nachrichtennetzen werden bei sog. ASON-Netzwerken (ASON = automatically switched optical network bzw. automatisch vermittelndes optisches Netzwerk) die jeweiligen Datenverbindungen statt von der o.g. zentralen Steuereinrichtung von den Netzknoteneinrichtungen selbst aufgebaut. Hierzu werden entsprechende Signalisiersignale zwischen den einzelnen Netzknoteneinrichtungen ausgetauscht.

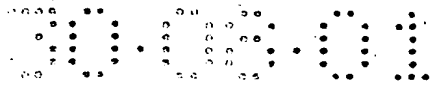
Die Signalisiersignale können z.B. über entsprechende Signalisierkanäle versendet werden; die Übermittlung der eigentlichen Nutzdaten erfolgt dann über separate Nutzdatenkanäle.

Die Erfindung hat zur Aufgabe, ein neuartiges optisches Nachrichtennetzwerk, neuartige Netzknoteneinrichtungen zur Verwendung in einem optischen Nachrichtennetzwerk, sowie ein neuartiges optisches Nachrichtenübermittlungsverfahren zur Verfügung zu stellen.

Sie erreicht dieses und weitere Ziele durch die Gegenstände der Ansprüche 1 , 15, 16 und 17.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Gemäß einem Grundgedanken der Erfindung wird ein optisches Nachrichtennetzwerk bereitgestellt, bei welchem über eine erste Datenverbindung zwischen einer ersten Netzknoteneinrichtung und einer zweiten Netzknoteneinrichtung optische Signale unter Zwischenschaltung mehrerer weiterer, miteinander verbundener Netzknoteneinrichtungen ausgetauscht werden, wobei nach einer Störung auf der ersten Datenverbindung zum Aufbau einer zweiten Datenverbindung, welche zumindest teilweise als Ersatz für die erste Datenverbindung fungiert, von



einer dritten Netzknoteneinrichtung ein Signalisiersignal an eine mit der dritten Netzknoteneinrichtung verbundene vierte Netzknoteneinrichtung gesendet wird, welches einen von der dritten Netzknoteneinrichtung ermittelten Parameter enthält, auf Basis dessen ermittelt wird, ob die vierte Netzknoteneinrichtung für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, oder nicht.

Bevorzugt enthält der Parameter Informationen bezüglich der Distanz zwischen der dritten Netzknoteneinrichtung und einer weiteren, z.B. der zweiten (oder alternativ: der ersten) Netzknoteneinrichtung.

Beispielsweise kann die vierte Netzknoteneinrichtung dann für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig sein, wenn die von der vierten Netzknoteneinrichtung ermittelte Distanz zwischen der vierten und der zweiten Netzknoteneinrichtung nicht kleiner ist, als die - um die Distanz zwischen vierter und dritter Netzknoteneinrichtung korrigierte - Distanz zwischen dritter und zweiter Netzknoteneinrichtung.

Dadurch kann z.B. erreicht werden, dass die zweite Datenverbindung (d.h. die Ersatzdatenverbindung) von einer Netzknoteneinrichtung (z.B. der vierten Netzknoteneinrichtung) aufgebaut wird, die relativ nahe am Ort der Störung liegt.

Der Aufbau der Ersatzdatenverbindung kann somit schneller erfolgen, als beim Stand der Technik. Dort wird nämlich die Zuständigkeit für den Aufbau der Ersatzdatenverbindung bis zu derjenigen Netzknoteneinrichtung weitergereicht, die für den Aufbau der ersten Datenverbindung zuständig war (d.h. z.B. bis zur o.g. ersten Netzknoteneinrichtung).

Im folgenden wird die Erfindung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele und der beigefügten Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines optischen Nachrichtennetzwerks gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

5 Figur 2a eine schematische Darstellung der Struktur eines einfachen Datennetzwerks zur Erläuterung des Prinzips des "Link-State"-Protokolls;

10 Figur 2b eine schematische Darstellung der Struktur des in Figur 2a gezeigten Datennetzwerks nach Auftritt einer Störung;

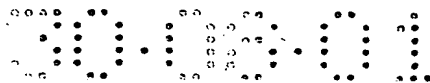
15 Figur 3 eine schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufs von zwischen den in Figur 1 gezeigten Netzknoten-Einrichtungen zum Aufbau einer Datenverbindung ausgetauschten Signalisiersignalen;

20 Figur 4 eine schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufs von zwischen den in Figur 1 gezeigten Netzknoten-Einrichtungen bei herkömmlichen Verfahren zum Abbau einer Datenverbindung ausgetauschten Signalisiersignalen;

25 Figur 5 eine schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufs von zwischen den in Figur 1 gezeigten Netzknoten-Einrichtungen bei herkömmlichen Verfahren zum Wiederaufbau einer Datenverbindung ausgetauschten Signalisiersignalen;

30 Figur 6 eine schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufs von zwischen den in Figur 1 gezeigten Netzknoten-Einrichtungen gemäß einem vorteilhaften Datenverbindungs-Abbau-Wiederaufbauverfahren zum Abbau einer Datenverbindung ausgetauschten Signalisiersignalen; und

35 Figur 7 eine schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufs von zwischen den in Figur 1 gezeigten Netzknoten-Einrichtungen gemäß einem vorteilhaften Datenverbindungs-Abbau-



Wiederaufbauverfahren zum Wiederaufbau einer Datenverbindung ausgetauschten Signalisiersignalen.

5 Figur 1 zeigt ein optisches Nachrichtennetzwerk 11 (hier: ein automatisch vermittelndes optisches Netz bzw. ASON-Netz (ASON = automatically switched optical network)) gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Dieses weist eine Vielzahl von über ein Lichtwellenleiternetz 20 (in der
10 Darstellung gemäß Figur 1 durch eine Strich-Punkt-Linie veranschaulicht) miteinander verbundene Netzknoten-Einrichtungen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 auf, sowie eine Vielzahl von Teilnehmeranschluß- bzw. Clienteinrichtungen 12, 13. Bei diesen kann es sich z.B. um an weitere, clientseitig angeschlossene SDH-, ATM-, oder IP-Clienteinrichtungen handeln, z.B. um
15 IP-Router (SDH = Synchrone Digitale Hierarchie, ATM = Asynchron Transfer Modus, IP = Internet Protocol).

Innerhalb des Lichtwellenleiternetzes 20 ist jede Netzknoten-Einrichtung 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 über jeweils ein
20 oder mehrere Lichtwellenleiterbündel oder über einen oder mehrere einzelne Lichtwellenleiter mit jeweils einem oder mehreren (z.B. zwei, drei oder vier) weiteren Netzknoten-Einrichtungen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 verbunden. Auf entsprechende Weise sind die Clienteinrichtungen 12, 13 über
25 einen (oder mehrere) Lichtwellenleiter 15a, 15b mit jeweils einem bestimmten (oder alternativ mit mehreren) Netzknoten-einrichtungen 1, 6 verbunden.

30 Zur Datenübertragung innerhalb des Lichtwellenleiternetzes 20 bzw. des optischen Nachrichtennetzwerks 11 kann z.B. ein WDM-Datenübertragungsverfahren verwendet werden (WDM = wavelength division multiplex bzw. Wellenlängen-Multiplex). Aufgrund des Wellenlängenmultiplexes können über jeden im Netz vorhandenen
35 Lichtwellenleiter unter Nutzung jeweils verschiedener Wellenlängenbereiche gleichzeitig mehrere verschiedene, gepulste optische Binärsignale übertragen werden.

M

Zwischen der jeweiligen Clienteinrichtung 12, 13 und der jeweils mit dieser verbundenen Netzknoten-Einrichtung 1, 6, und zwischen den verschiedenen Netzknoteneinrichtungen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 wird jeweils ein erster Lichtwellenleitungskanal zum Übertragen von Nutzsignalen verwendet (in der Darstellung gemäß Figur 1 durch durchgezogene Linien veranschaulicht), und jeweils ein zweiter Lichtwellenleitungskanal zum Übertragen von - im folgenden noch näher erläuterten - Signalisiersignalen (in der Darstellung gemäß Figur 1 durch gestrichelte Linien veranschaulicht).

In den Nutzsignalen sind die eigentlichen Nutzdaten, und in den Signalisiersignalen die Signalisierinformationen codiert (siehe unten). Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel werden die eigentlichen Nutzdaten, und die Signalisierinformationen jeweils über verschiedenen Kanäle ein- und desselben Lichtwellenleiters übertragen (z.B. mittels Wellenlängen- und/oder Zeitmultiplex voneinander getrennter Nutz- und Signalisierkanäle). Bei alternativen Ausführungsbeispielen werden demgegenüber die Signalisierinformationen und die Nutzdaten jeweils über separate Lichtwellenleiter, und/oder über separate Pfade übertragen. Ebenfalls denkbar ist eine Übertragung der Signalisierinformationen über ein separates Netz, z.B. ein elektrisches Übertragungsnetz. Ebenso kann der Austausch der Signalisierinformationen anstatt wie dargestellt zwischen den betroffenen Netzknoten-Einrichtungen auch zwischen den jeweils betroffenen Netzknoten-Einrichtungen, und einer oder mehreren zentralen Netzknoten-Einrichtungen erfolgen, in welchen eine Verarbeitung der Signalisierinformationen durchgeführt wird.

Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel wird ein "Link-State"-Protokoll eingesetzt, um zwischen den Netzknoten-Einrichtungen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 Daten bzgl. des jeweils aktuellen Netzzustands auszutauschen.

"Link-State"-Protokolle beruhen auf einer "dezentralen Karte". Jede Netzknoten-Einrichtung 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 weist eine (nicht dargestellte) Speichereinrichtung auf, auf der ein Datensatz gespeichert ist, der die vollständige (topologische) Karte bzw. die Struktur des Lichtwellenleiternetzes 20 repräsentiert. Die entsprechenden Datensätze werden regelmäßig aktualisiert.

Im folgenden wird das Prinzip von "Link-State"-Protokollen anhand des in Figur 2a und 2b gezeigten, einfachen Datennetzwerks 16 erläutert. Dieses weist fünf Netzknoten 17a, 17b, 17c, 17d, 17e auf, die über Knoten-Knoten-Verbindungen 21, 22, 23, 24, 25 miteinander verbunden sind.

Die Struktur des Datennetzwerks 16 kann gemäß Tabelle 1 z.B. durch folgenden, in sämtlichen Netzknoten 17a, 17b, 17c, 17d, 17e gespeicherten Datensatz repräsentiert werden:

Q Verbindung von:	R Verbindung nach:	S Verbindung:	T Zustand:
A	B	21	1
A	D	23	1
B	A	21	1
B	C	22	1
B	E	24	1
C	B	22	1
C	E	25	1
D	A	23	1
D	E	26	1
E	B	24	1
E	C	25	1
E	D	26	1

Tabelle 1

Dabei ist die erste Variable Q ("Verbindung von:") die Kennung desjenigen Netzknotens, von dem die jeweilige Knoten-Knoten-Verbindung ausgeht, die zweite Variable R ("Verbindung

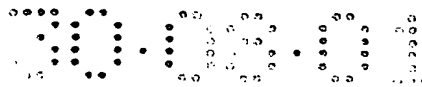
aus über den Lichtwellenleiter 15a (bzw. den o.g. Signali-
sierkanal) mittels entsprechender optischer Binärimpulse ein
(Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisiersignal an die erste
Netzknoten-Einrichtung 1 gesendet. Dieses enthält u.a. eine
5 die Ziel-Clienteinrichtung 13 bzw. die an sie angeschlossene
Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 kennzeichnende Kennung (bzw.
deren optische Netzadresse).

Wie bereits erwähnt, weist jede Netzknoten-Einrichtung 1, 2,
10 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 eine Speichereinrichtung mit einer
Datenbank auf, auf der ein dem in Tabelle 1 gezeigten Daten-
satz entsprechender Datensatz gespeichert ist, der die voll-
ständige (topologische) Karte bzw. die Struktur des Lichtwel-
lenleiternetzes 20 repräsentiert.

15 Nach Empfang des (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisier-
signals ermittelt eine (nicht dargestellte) Steuereinrichtung
der Netzknoten-Einrichtung 1 aus dem Datensatz, und der
empfangenen Ziel-Netzknoten-Kennung den optimalen bzw.
20 kürzesten Pfad zur Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 (bzw. zur
daran angeschlossenen Ziel-Clienteinrichtung 13). Hierzu kann
z.B. der Bellmann-Ford-Algorithmus verwendet werden, oder
z.B. der "Shortest Path First"-Algorithmus (SPF-Algorithmus)
nach E.W. Dijkstra.

25 Daraufhin wird gemäß Figur 3 von der Netzknoten-Einrichtung 1
aus an die nächste, im ermittelten optimalen Pfad enthaltene
Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 2)
über das Lichtwellenleiterbündel 14a (bzw. den entsprechenden
30 Signalisierkanal) mittels entsprechender optischer Binärim-
pulse ein (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisiersignal S1
gesendet (SETUP). Dieses enthält z.B. die an die Ziel-Client-
einrichtung 13 angeschlossene Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6
kennzeichnende Kennung (bzw. deren optische Netzadresse).
35

Auf entsprechende Weise wie oben dargestellt wird dann nach
Empfang des (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisiersignals



S1 durch eine (nicht dargestellte) Steuereinrichtung der Netzknoten-Einrichtung 2 aus dem in deren Speichereinrichtung gespeicherten Netzwerk-Topologie-Datensatz, und der empfangenen Ziel-Netzknoten-Kennung der optimale Pfad zur Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 ermittelt.

Wie in Figur 3 weiter gezeigt ist, wird daraufhin von der Netzknoten-Einrichtung 2 aus an die nächste, im ermittelten optimalen Pfad enthaltene Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 3) über das entsprechende Lichtwellenleiterbündel ein dem Signalisiersignal S1 entsprechendes weiteres (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisiersignal S2 gesendet (SETUP), usw.

Auf diese Weise wird sukzessive eine über den Pfad A - C - D - E - F geführte Datenverbindung zwischen der ersten Netzknoten-Einrichtung 1, und der Ziel-Netzknoteneinrichtung 6 (bzw. den entsprechenden Clienteinrichtungen 12, 13) aufgebaut.

Der erfolgreiche Aufbau der Datenverbindung wird dann von der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 aus mittels eines (Verbindungsaufbau-Bestätigungs-) Signalisiersignal S3 an die im ermittelten optimalen Pfad der Netzknoten-Einrichtung 6 vorausgehende Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 5) mitgeteilt (SETUP_OK).

Diese sendet ein dem Signalisiersignal S3 entsprechendes, weiteres (Verbindungsaufbau-Bestätigungs-) Signalisiersignal S4 (SETUP_OK) an die im optimalen Pfad vor ihr liegende Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 4), usw.

Auf diese Weise wird sukzessive der erfolgreiche Verbindungsaufbau den einzelnen, im optimalen Pfad enthaltenen Netzknoten-Einrichtungen mitgeteilt (und damit auch der den Verbindungsaufbau initiierenden Netzknoten-Einrichtung 1).

Kommt es zu einer Änderung in der Topologie des Lichtwellenleiternetzes 20 (z.B. bei einer Störung bzw. Unterbrechung der Verbindung zwischen den Netzknoten-Einrichtungen 4, 5 - in der Zeichnung mit Hilfe dreier Kreuze X X X veranschaulicht -) wird diese Änderung von den jeweils betroffenen Netzknoten-Einrichtungen (hier: den Netzknoten-Einrichtungen 4, 5) erkannt.

Die Steuereinrichtungen der jeweiligen Netzknoten-Einrichtungen 4, 5 aktualisieren dann jeweils den bei ihnen gespeicherten Datensatz (z.B., indem der Wert der den Zustand der Verbindung zwischen den Netzknoten-Einrichtungen 4, 5 kennzeichnenden Zustands-Variable von "1" auf " ∞ " geändert wird).

Als nächstes wird gemäß dem o.g. "Flooding"-Protokoll mittels entsprechender über die o.g. Signalisierkanäle übertragener Signalisiersignale der aktualisierte Datensatz an die übrigen Netzknoten-Einrichtungen übertragen, und in deren Speichereinrichtungen abgespeichert.

Wie in Figur 4 gezeigt ist, werden - bei herkömmlichen Verfahren - dann als nächstes von den betroffenen Netzknoten-Einrichtung 4, 5 entsprechende (Verbindungsabbau-) Signalisiersignale (N_RELEASE bzw. N_RELEASE_RECONN) versendet. Dies erfolgt entlang des ursprünglichen, optimalen Pfads (D - C - B - A bzw. E - F).

Mit dem von der Netzknoten-Einrichtung 5 an die Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 versendeten (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S14 (N_RELEASE) wird der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 zudem mitgeteilt, dass keine Zuständigkeit zum Wiederaufbau der Verbindung vorliegt. Demgegenüber enthält das von der Netzknoten-Einrichtung 4 an die Netzknoten-Einrichtung 3 versendete (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S11 (N_RELEASE_RECONN) die Information, dass die Ursprungs-Netzknoten-Einrichtung 1 den Wiederaufbau der Datenverbindung

veranlassen soll. In Reaktion auf das (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S11 wird von der Netzknoten-Einrichtung 3 an die Netzknoten-Einrichtung 2 ein dem Signalisiersignal S11 entsprechendes (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S12

5 (N_RELEASE_RECONN) gesendet. Diese sendet ein weiteres, den o.g. Signalen S11 und S12 entsprechendes (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S13 (N_RELEASE_RECONN) an die die ursprüngliche Verbindung initiiierende Netzknoten-Einrichtung 1.

10 Die Ursprungs-Netzknoten-Einrichtung 1 bzw. deren Steuereinrichtung entnimmt aus dem empfangenen Signal S13 die Information, dass von der Ursprungs-Netzknoten-Einrichtung 1 aus eine neue Datenverbindung zur Ziel-Netzknoten-Einrichtung aufgebaut werden soll.

15 Nach Empfang des (Verbindungsabbau-) Signalisiersignals S13 ermittelt die Steuereinrichtung der Netzknoten-Einrichtung 1 aus dem in ihrer Steuereinrichtung gespeicherten, geänderten Datensatz den optimalen Ersatz-Pfad zur Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 (hier: den Pfad A - K - J - H - G - F).

20

Daraufhin wird gemäß Figur 5 von der Netzknoten-Einrichtung 1 aus an die nächste, im ermittelten Ersatz-Pfad enthaltene Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 10)

25 über das Lichtwellenleiterbündel 14b ein dem in Figur 3 gezeigten Signal S1 entsprechendes (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisiersignal S21 gesendet (SETUP). Auf entsprechende Weise wie oben in Bezug auf Figur 3 dargestellt wird dann von der Netzknoten-Einrichtung 10 ein weiteres

30 (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisiersignal S22 an die nächste, im ermittelten Ersatz-Pfad enthaltene Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 9) gesendet, usw.

35 Auf diese Weise wird sukzessive eine über den Ersatz-Pfad A - K - J - H - G - F geführte Datenverbindung zwischen der ersten Netzknoten-Einrichtung 1, und der Ziel-Netzknotenein-

richtung 6 (bzw. den entsprechenden Clienteinrichtungen 12, 13) aufgebaut.

Der erfolgreiche Aufbau der Datenverbindung wird dann von der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 aus mittels eines (Verbindungsaufbau-Bestätigungs-) Signalisiersignals S23 an die im ermittelten Ersatz-Pfad der Netzknoten-Einrichtung 6 vorausgehende Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 7) mitgeteilt (SETUP_OK), und von dort aus über weitere (Verbindungsaufbau-Bestätigungs-) Signalisiersignale S24 sukzessive den anderen im Ersatz-Pfad enthaltenen Netzknoten-Einrichtungen 8, 9, 10, 1.

Statt dem anhand der Figuren 4 und 5 erläuterten Verfahren wird erfindungsgemäß besonders vorteilhaft das folgende, anhand der Figuren 6 und 7 erläuterte Datenverbindungs-Wiederaufbau-Verfahren verwendet:

Nach dem Auftreten einer Änderung in der Topologie des Lichtwellenleiternetzes 20 (z.B. bei einer Störung bzw. Unterbrechung der Verbindung zwischen den Netzknoten-Einrichtungen 4, 5 - in Figur 1 durch die drei Kreuze X X X veranschaulicht -) wird zunächst entsprechend wie oben beschrieben die jeweilige Änderung im Datensatz der jeweils betroffenen Netzknoten-Einrichtung 4, 5 vermerkt (z.B., indem der Wert der den Zustand der Verbindung zwischen den Netzknoten-Einrichtungen 4, 5 kennzeichnenden Zustands-Variable von "1" auf "∞" geändert wird).

Daraufhin wird mittels entsprechender über die o.g. Signalisierkanäle übertragener Signalisiersignale der aktualisierte Datensatz an die übrigen Netzknoten-Einrichtungen übertragen, und in deren Speichereinrichtungen abgespeichert.

Als nächstes werden, wie in Figur 6 gezeigt ist, von den betroffenen Netzknoten-Einrichtungen 4, 5 entlang des ursprünglichen, optimalen Pfads entsprechende (Verbindungsab-

bau-) Signalisiersignale (N_RELEASE bzw. N_RELEASE_RECONN) versendet.

5 Mit dem von der Netzknoten-Einrichtung 5 an die Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 versendeten (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S34 (N_RELEASE) wird der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 mitgeteilt, dass keine Zuständigkeit zum Wiederaufbau der Verbindung vorliegt.

10 Demgegenüber enthält das von der Netzknoten-Einrichtung 4 an die Netzknoten-Einrichtung 3 versendete (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S31 (N_RELEASE_RECONN) den (an bestimmte, unten erläuterte Bedingungen geknüpften) Befehl, für einen Wiederaufbau einer Datenverbindung zu sorgen.

15 Im Gegensatz zu der in Zusammenhang mit den Figuren 4 und 5 erläuterten Vorgehensweise wird der Wiederaufbau nicht von einer vorbestimmten Netzknoten-Einrichtung (z.B. von der Ursprungs-Netzknoten-Einrichtung 1) aus durchgeführt.

20 Stattdessen kommt einer Netzknoten-Einrichtung dann die Zuständigkeit für einen Wiederaufbau einer Datenverbindung zu, wenn diese

25 i) einen Ersatzpfad zur Ziel-Netzknoten-Einrichtung ermitteln kann; und

30 ii) sich die Distanz-Metrik zur Ziel-Netzknoten-Einrichtung gegenüber der vorhergehenden Netzknoten-Einrichtung nicht mehr verringert hat (unter zusätzlicher Berücksichtigung der Distanz zwischen der jeweils betroffenen und der vorhergehenden Netzknoten-Einrichtung).

35 Treffen die o.g. Bedingungen i) und ii) auf keine der jeweils betroffenen Netzknoten-Einrichtungen zu, ist - entsprechend wie bei Figur 4 und 5 - die Ursprungs-Netzknoten-Einrichtung 1 für den Wiederaufbau der Datenverbindung zuständig.

Sind die verglichen Distanzwerte gleich groß, oder ist der von der Netzknoten-Einrichtung 3 ermittelte, angepasste Distanzwert größer als der von der Netzknoten-Einrichtung 4 übermittelte Distanzwert, ist die Netzknoten-Einrichtung 3 für den Wiederaufbau der Datenverbindung zuständig.

Ist - wie hier - der von der Netzknoten-Einrichtung 3 ermittelte, angepasste Distanzwert kleiner als der von der Netzknoten-Einrichtung 4 übermittelte Distanzwert, liegt die Zuständigkeit für den Wiederaufbau der Datenverbindung nicht bei der Netzknoten-Einrichtung 3.

Von der Netzknoten-Einrichtung 3 wird dann an die Netzknoten-Einrichtung 2 ein dem Signalisiersignal S31 entsprechendes (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S32 (N_RELEASE_RECONN) gesendet. Dieses enthält Informationen bezüglich der auf die oben erläuterte Weise ermittelten Distanz zwischen der das (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S32 aussendenden Netzknoten-Einrichtung 3, und der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 (Signal NRR(3)).

Nach Empfang des (Verbindungsabbau-) Signalisiersignals S32 durch die Netzknoten-Einrichtung 2 wird von deren Steuereinrichtung anhand des in der Netzknoten-Speichereinrichtung gespeicherten (aktualisierten) Datensatzes die Distanz zwischen der Netzknoten-Einrichtung 2, und der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 ermittelt. Im vorliegenden Fall hat die Distanz zwischen der Netzknoten-Einrichtung 2, und der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 den Wert "4", da ein potentieller, intakter kürzester Pfad zwischen den beiden Netzknoten-Einrichtungen 2, 6 über die vier Netzknoten-Einrichtungen 3, 8, 7, 6 führen würde. Der ermittelte Distanzwert (hier: "4") wird um den Wert der Distanz zwischen der Netzknoten-Einrichtung 2, und der Netzknoten-Einrichtung 3, von der die Netzknoten-Einrichtung 2 das (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S32 empfangen hat, d.h. hier um den Wert "1" verringert. Der so erhaltene, angepasste Distanzwert (hier: "3") wird mit dem

von der Netzknoten-Einrichtung 3 über das (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal S31 übermittelten Distanzwert (hier: "3") verglichen.

- 5 Ist der von der Netzknoten-Einrichtung 2 ermittelte, angepasste Distanzwert kleiner als der von der Netzknoten-Einrichtung 3 übermittelte Distanzwert, liegt die Zuständigkeit für den Wiederaufbau der Datenverbindung nicht bei der Netzknoten-Einrichtung 2.

10

Sind dagegen - wie hier - die verglichen Distanzwerte gleich groß (oder ist der von der Netzknoten-Einrichtung 2 ermittelte, angepasste Distanzwert größer als der von der Netzknoten-Einrichtung 3 übermittelte Distanzwert), ist die Netzknoten-Einrichtung 2 für den Wiederaufbau der Datenverbindung zuständig.

15

Daraufhin wird gemäß Figur 7 zum Aufbau einer Ersatz-Datenverbindung von der Netzknoten-Einrichtung 2 aus an die nächste, im von der Steuereinrichtung der Netzknoten-Einrichtung 2 ermittelten (Ersatz-) Pfad (hier: der Pfad B - C - H - G - F) enthaltene Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 3) über das entsprechende Lichtwellenleiterbündel ein dem in Figur 3 gezeigten Signal S1 entsprechendes (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisiersignal S41 gesendet (SETUP).

25

Auf entsprechende Weise wie oben in Bezug auf Figur 3 dargestellt wird dann von der Netzknoten-Einrichtung 3 ein weiteres (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisiersignal S42 an die nächste, im ermittelten Ersatz-Pfad enthaltene Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netzknoten-Einrichtung 8) gesendet, usw.

30

35 Auf diese Weise wird sukzessive eine über den Ersatz-Pfad A - B - C - H - G - F geführte Datenverbindung zwischen der ersten Netzknoten-Einrichtung 1, und der Ziel-Netzknotenein-

23

richtung 6 (bzw. den entsprechenden Clienteinrichtungen 12, 13) aufgebaut.

Der erfolgreiche Aufbau der Datenverbindung wird dann gemäß
5 Figur 7 von der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 aus mittels
eines (Verbindungsaufbau-Bestätigungs-) Signalisiersignals
S43 an die im ermittelten Ersatz-Pfad der Netzknoten-Einrich-
tung 6 vorausgehende Netzknoten-Einrichtung (hier: die Netz-
knoten-Einrichtung 7) mitgeteilt (SETUP_OK), und von dort aus
10 über weitere (Verbindungsaufbau-Bestätigungs-) Signalisier-
signale S44 sukzessive den anderen im Ersatz-Pfad enthaltenen
Netzknoten-Einrichtungen 8, 3, 2.

Dadurch wird auf relativ schnelle Weise ausgehend von einer -
15 relativ nahe am Ort der Störung bzw. Unterbrechung der
ursprünglichen Datenverbindung liegenden - Netzknoten-Ein-
richtung 2 eine Ersatzdatenverbindung aufgebaut, wobei unnö-
tige Doppelwege vermieden werden.

20 Bei alternativen, hier nicht dargestellten Ausführungsbei-
spielen werden von den von einer Störung der Datenverbindung
betroffenen Netzknoten-Einrichtungen 4, 5 entlang des
ursprünglichen, optimalen Pfads den o.g. (Verbindungsabbau-
) Signalisiersignalen S31, S32, S34 entsprechende Signalisier-
25 signale (N_RELEASE bzw. N_RELEASE_RECONN) versendet; aller-
dings wird die Zuständigkeit für den Wiederaufbau der Verbin-
dung nicht denjenigen Netzknoten-Einrichtungen 3, 2, 1 zuge-
teilt, die auf dem ursprünglichen Pfad zwischen der Netzkno-
ten-Einrichtung 4 und der Ursprungs-Netzknoten-Einrichtung 1
30 liegen, sondern denjenigen Netzknoten-Einrichtungen 6, die
auf dem ursprünglichen Pfad zwischen der Netzknoten-Einrich-
tung 5 und der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6 liegen.

Dabei wird mittels eines von der Netzknoten-Einrichtung 4 an
35 die Netzknoten-Einrichtung 3 versendeten (Verbindungsabbau-)
Signalisiersignals (N_RELEASE) der Netzknoten-Einrichtung 3

mitgeteilt, dass keine Zuständigkeit zum Wiederaufbau der Verbindung vorliegt.

- Demgegenüber enthält ein von der Netzknoten-Einrichtung 5 an die Netzknoten-Einrichtung 6 gesendetes (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal (N_RELEASE_RECONN) den (an bestimmte, den o.g. Bedingungen entsprechende Bedingungen geknüpften) Befehl, für einen Wiederaufbau der Datenverbindung zu sorgen.
- 10 Die Zuständigkeit für den Wiederaufbau kann alternativ auch entsprechend einer anderen, global eindeutigen Metrik festgelegt werden (z.B. kann die Zuständigkeit für den Wiederaufbau in Richtung derjenigen Netzknoten-Einrichtung mit der numerisch größeren oder kleineren Netzadresse weitergereicht werden).
- 15

- Die Entscheidung, von welcher Seite des ausgefallenen Links ein Wiederaufbau der Datenverbindung erfolgen soll, kann alternativ z.B. auf Grundlage des Abstands zwischen der Ausfallstelle, und den jeweiligen End-Netzknoten-Einrichtungen der (unterbrochenen) Datenverbindung erfolgen. Dazu muß beim ursprünglichen Aufbau der Datenverbindung jede beteiligte Netzknoten-Einrichtung in ihre Verbindungstabelle die Längen der Pfade zu den beiden End-Netzknoten-Einrichtungen (d.h. zu der Ursprungs-Netzknoten-Einrichtung 1, und der Ziel-Netzknoten-Einrichtung 6) eintragen. Bei einer Unterbrechung der Datenverbindung vergleichen dann die jeweils betroffenen Netzknoten-Einrichtungen die beiden Werte, zusätzlich berücksichtigend, dass die Netzknoten-Einrichtung auf der anderen Seite des Unterbrechungs-Bereichs einen um die unterbrochene Wegstrecke kürzeren bzw. längeren Weg zur jeweiligen End-Netzknoten-Einrichtung hat, als in der Verbindungstabelle der jeweils betroffenen Netzknoten-Einrichtung eingetragen. Bei Gleichheit der beiden Distanz-Metriken kann dann die Zuständigkeit für den Wiederaufbau entsprechend einem der o.g. Verfahren ermittelt werden.
- 20
- 25
- 30
- 35

Gemäß einer weiteren Alternative tragen die Netzknoten-Einrichtungen bereits beim Aufbau der (ursprünglichen) Datenverbindung die für den Fall einer Unterbrechung der Datenverbindung zuständige Seite in die jeweilige Verbindungstabelle ein.

Außerdem kann bei weiteren, alternative Ausführungsbeispielen zusätzlich zu den o.g. "Flooding"-Signalen eine Liste übertragen, welche die Verbindungskennungen der neu aufzubauenden Datenverbindungen enthält.

Gemäß einer weiteren Alternative ist beim o.g. Algorithmus die Rückweglänge n_{BACK} beschränkt. Spätestens dann, wenn die Zuständigkeit für den Wiederaufbau der unterbrochenen Datenverbindung von der betroffenen Netzknoten-Einrichtung 4 aus an eine bestimmte Anzahl (z.B. $n = 2$) Netzknoten-Einrichtungen weitergereicht wurde, wird von der entsprechenden Netzknoten-Einrichtung der Wiederaufbau der Datenverbindung veranlasst (d.h. selbst dann, wenn die o.g. Bedingung ii) nicht erfüllt ist).

Alternativ kann - statt der o.g. Bedingung ii), d.h. der Distanzmetrik - als Kriterium für die Datenverbindungs-Wiederaufbau-Zuständigkeit einer bestimmten Netzknoten-Einrichtung ausschließlich die Rückweglänge berücksichtigt werden. Beispielsweise kann diejenige Netzknoten-Einrichtung für den Wiederaufbau zuständig sein, der eine bestimmte Rückweglänge (z.B. $n=2$, $n=0$, etc.) zugeordnet ist.

Gemäß einem weiteren, alternativen Ausführungsbeispiel entscheidet die Netzknoten-Einrichtung, welche ein (Verbindungsabbau-) Signalisiersignal ($N_RELEASE_RECONN$) empfängt, mit Hilfe eines Bernoulli-Experiments (welches z.B. von der entsprechenden Steuereinrichtung unter Verwendung eines Pseudozufallszahlengenerators durchgeführt werden kann), ob sie für den Wiederaufbau zuständig ist, oder die Zuständigkeit mittels eines weiteren (Verbindungsabbau-) Signalisiersignals

(N_RELEASE_RECONN) an die nächste Netzknoten-Einrichtung weitergereicht werden soll.

Die beim Bernoulli-Experiment verwendeten Wahrscheinlichkeiten können z.B. auf der Anzahl der an die jeweilige Netzknoten-Einrichtung angeschlossenen Links basieren, und/oder auf dem Abstand (Metrik) der Netzknoten-Einrichtung von der Ursprungs-Netzknoten-Einrichtung, und/oder auf dem Abstand (Metrik) der Netzknoten-Einrichtung von der Ziel-Netzknoten-Einrichtung, und/oder auf der momentanen Auslastung der an die jeweilige Netzknoten-Einrichtung angeschlossenen Links, etc.

Alternativ kann diejenige Netzknoten-Einrichtung, die für den Datenverbindungswiederaufbau zuständig ist dann, wenn die Ersatzdatenverbindung zunächst entlang des ursprünglichen Pfads geführt werden soll, die nächste Netzknoten-Einrichtung anweisen, zunächst das entsprechende Teilstück des ursprünglichen Pfads weiterzuverwenden (z.B. das Teilstück zwischen der Netzknoten-Einrichtung 2, und der Netzknoten-Einrichtung 3). In diesem Fall wird z.B. statt des in Figur 7 gezeigten, von der Netzknoten-Einrichtung 2 an die Netzknoten-Einrichtung 3 gesendeten (Verbindungsaufbau-Anfrage-) Signalisierungssignals S41 von der Netzknoten-Einrichtung 2 ein modifiziertes Signal, z.B. ein RECONNECT-Signal an die Netzknoten-Einrichtung 3 gesendet.

Bei weiteren alternativen Ausführungsbeispielen wird zusätzlich zur o.g. über den Pfad A - B - C - D - E - F geführten "Arbeits"-Datenverbindung - bereits vorab, d.h. bei intakter "Arbeits"-Datenverbindung - parallel eine über einen anderen Pfad geführte "Ersatz"-Datenverbindung aufgebaut. Beim Auftreten von Störungen (oder zu starken Störungen) auf der "Arbeits"-Datenverbindung wird die Datenübertragung dann schnell von der "Arbeits"- auf die "Ersatz"-Datenverbindung umgeschaltet (protection switching).

Für sämtliche Ausführungsbeispiele gilt, dass die jeweiligen Signalisiersignale jeweils auf ungesicherte Weise, oder alternativ auf gesicherte Weise übertragen werden können.

Bezugszeichenliste

- | | | |
|----|-----|-------------------------------|
| | 1 | Netzknoten-Einrichtung |
| 5 | 2 | Netzknoten-Einrichtung |
| | 3 | Netzknoten-Einrichtung |
| | 4 | Netzknoten-Einrichtung |
| | 5 | Netzknoten-Einrichtung |
| | 6 | Netzknoten-Einrichtung |
| 10 | 7 | Netzknoten-Einrichtung |
| | 8 | Netzknoten-Einrichtung |
| | 9 | Netzknoten-Einrichtung |
| | 10 | Netzknoten-Einrichtung |
| | 11 | Optisches Nachrichtennetzwerk |
| 15 | 12 | Clienteinrichtung |
| | 13 | Clienteinrichtung |
| | 14a | Lichtwellenleiterbündel |
| | 14b | Lichtwellenleiterbündel |
| | 15a | Lichtwellenleiter |
| 20 | 15b | Lichtwellenleiter |
| | 16 | Datennetzwerk |
| | 17a | Netzknoten |
| | 17b | Netzknoten |
| | 17c | Netzknoten |
| 25 | 17d | Netzknoten |
| | 17e | Netzknoten |
| | 20 | Lichtwellenleiternetz |
| | 21 | Knoten-Knoten-Verbindung |
| | 22 | Knoten-Knoten-Verbindung |
| 30 | 23 | Knoten-Knoten-Verbindung |
| | 24 | Knoten-Knoten-Verbindung |
| | 25 | Knoten-Knoten-Verbindung |
| | 26 | Knoten-Knoten-Verbindung |

Patentansprüche

1. Optisches Nachrichtennetzwerk (20), bei welchem über eine erste Datenverbindung zwischen einer ersten Netzknoten-einrichtung (1) und einer zweiten Netzknoteneinrichtung (6) optische Signale unter Zwischenschaltung mehrerer weiterer, miteinander verbundener Netzknoteneinrichtungen (2, 3, 4, 5) ausgetauscht werden,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach einer Störung auf der ersten Datenverbindung zum Aufbau einer zweiten Datenverbindung, welche zumindest teilweise als Ersatz für die erste Datenverbindung fungiert, von einer dritten Netzknoteneinrichtung (3) ein Signalisiersignal (S32) an eine mit der dritten Netzknoteneinrichtung (3) verbundene vierte Netzknoteneinrichtung (2) gesendet wird, welches einen von der dritten Netzknoteneinrichtung (3) ermittelten Parameter (NRR, n) enthält, auf Basis dessen ermittelt wird, ob die vierte Netzknoteneinrichtung (2) für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, oder nicht.
2. Optisches Nachrichtennetzwerk (8) nach Anspruch 1, bei welchem der Parameter (NRR) Informationen bezüglich der Distanz zwischen der dritten Netzknoteneinrichtung (3) und der zweiten Netzknoteneinrichtung (6) enthält.
3. Optisches Nachrichtennetzwerk (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem bei der Ermittlung, ob die vierte Netzknoteneinrichtung (2) für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, oder nicht, zusätzlich die Distanz zwischen der vierten Netzknoteneinrichtung (3), und der zweiten Netzknoteneinrichtung (6) berücksichtigt wird.
4. Optisches Nachrichtennetzwerk (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem bei der Ermittlung, ob die vierte Netzknoteneinrichtung (2) für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, oder nicht, zusätzlich die

Distanz zwischen der vierten und der dritten Netzknoteneinrichtung (2, 3) berücksichtigt wird.

5. Optisches Nachrichtennetzwerk (8) nach Anspruch 4, bei
5 welchem die vierte Netzknoteneinrichtung (2) dann für den
Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, wenn die
Distanz zwischen der vierten und der zweiten Netzknotenein-
richtung (2, 6) nicht kleiner ist, als die - um die Distanz
zwischen vierter und dritter Netzknoteneinrichtung (2, 3)
10 angepaßte - Distanz zwischen dritter und zweiter Netzknoten-
einrichtung (3, 6).

6. Optisches Nachrichtennetzwerk (8) nach einem der vorher-
gehenden Ansprüche, bei welchem eine derjenigen Netzknoten-
15 einrichtungen (2, 3, 4) für den Aufbau der zweiten Datenver-
bindung zuständig ist, die auf dem von der ersten Datenver-
bindung verwendeten Pfad von der Störstelle aus in Richtung
derjenigen Netzknoteneinrichtung (1) liegt, die die erste
Datenverbindung aufgebaut hat.

20 7. Optisches Nachrichtennetzwerk (8) nach einem der Ansprü-
che 1 bis 5, bei welchem eine derjenigen Netzknoteneinrich-
tungen (5) für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zustän-
dig ist, die auf dem von der ersten Datenverbindung verwen-
25 deten Pfad von der Störstelle aus in Richtung der Ziel-Netzkno-
teneinrichtung (6) der ersten Datenverbindung liegt.

8. Optisches Nachrichtennetzwerk (8) nach einem der vorher-
gehenden Ansprüche, bei welchem der von der dritten Netzkno-
30 teneinrichtung (3) ermittelte Parameter (NRR), oder ein wei-
terer, an die vierte Netzknoteneinrichtung (2) übertragener
Parameter (n) Informationen darüber enthält, ob die dritte
Netzknoteneinrichtung (3) ein dem Signalisiersignal (S32)
entsprechendes, weiteres Signalisiersignal (S31) von einer
35 mit der dritten Netzknoteneinrichtung (3) verbundenen, weite-
ren Netzknoteneinrichtung (4) erhalten hat.

9. Optisches Nachrichtennetzwerk (8) nach Anspruch 8, bei welchem der Parameter (NRR) oder der weitere Parameter (n) Informationen darüber enthält, welche Anzahl an weiteren Netzknoteneinrichtungen (4) ein dem Signalisiersignal (S32) entsprechendes, weiteres Signalisiersignal (S31) an entsprechende Netzknoteneinrichtungen (3) gesendet haben, wobei die weiteren Netzknoteneinrichtungen (4) direkt oder indirekt mit der dritten Netzknoteneinrichtung (3) verbunden sind.
10. Optisches Nachrichtennetzwerk nach Anspruch 9, bei welchem die vierte Netzknoteneinrichtung (2) dann für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, wenn die Anzahl einer vorbestimmten Anzahl entspricht.
11. Optisches Nachrichtennetzwerk (20), bei welchem über eine erste Datenverbindung zwischen einer ersten Netzknoteneinrichtung (1) und einer zweiten Netzknoteneinrichtung (6) optische Signale unter Zwischenschaltung mehrerer weiterer, miteinander verbundener Netzknoteneinrichtungen (2, 3, 4, 5) ausgetauscht werden,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach einer Störung auf der ersten Datenverbindung zum Aufbau einer zweiten Datenverbindung, welche zumindest teilweise als Ersatz für die erste Datenverbindung fungiert, von einer dritten Netzknoteneinrichtung (3) ein Signalisiersignal (S32) an eine mit der dritten Netzknoteneinrichtung (3) verbundene vierte Netzknoteneinrichtung (2) gesendet wird, und die vierte Netzknoteneinrichtung (2) auf Basis eines Bernoulli-Experiments ermittelt, ob sie für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, oder nicht.
12. Optisches Nachrichtennetzwerk (20) nach Anspruch 11, bei welchem beim Bernoulli-Experiment die Anzahl der an die vierte Netzknoteneinrichtung (2) angeschlossenen Links berücksichtigt wird.

32

13. Optisches Nachrichtennetzwerk (20) nach Anspruch 11 oder 12, bei welchem beim Bernoulli-Experiment die Distanz zwischen der vierten Netzknoteneinrichtung (2) und einer weiteren Netzknoteneinrichtung, insbesondere der ersten und/oder 5 zweiten Netzknoteneinrichtung (6) berücksichtigt wird.

14. Optisches Nachrichtennetzwerk (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die zweite Datenverbindung ganz oder teilweise über einen anderen, ungestörten Pfad verläuft, als die erste Datenverbindung. 10

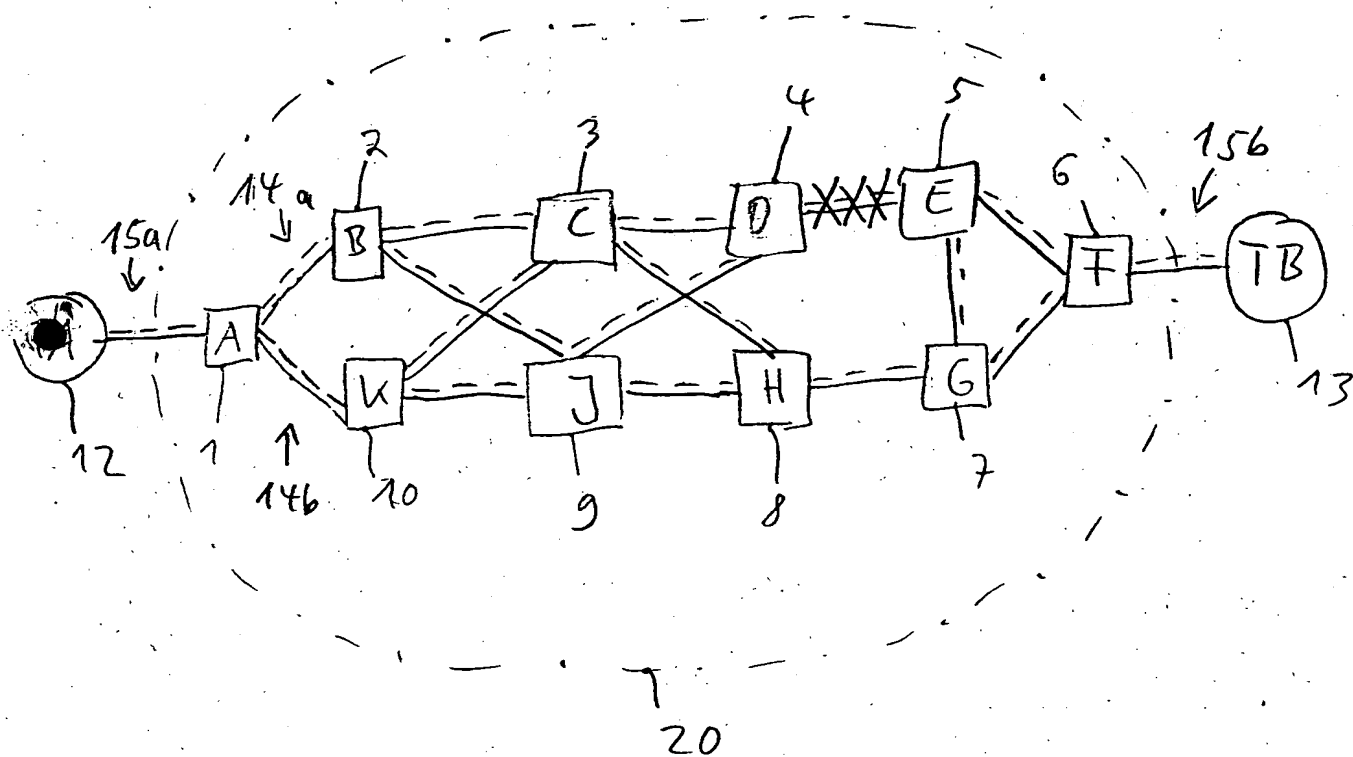
15. Netzknoteneinrichtung (2) welche so ausgestaltet und eingerichtet ist, daß sie als vierte Netzknoteneinrichtung (2) in einem optischen Nachrichtennetzwerk (20) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 verwendbar ist. 15

16. Netzknoteneinrichtung (3) welche so ausgestaltet und eingerichtet ist, daß sie als dritte Netzknoteneinrichtung (3) in einem optischen Nachrichtennetzwerk (20) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 verwendbar ist. 20

17. Optisches Nachrichtenübermittlungsverfahren, wobei über eine erste Datenverbindung zwischen einer ersten Netzknoteneinrichtung (1) und einer zweiten Netzknoteneinrichtung (6) optische Signale unter Zwischenschaltung mehrerer weiterer, miteinander verbundener Netzknoteneinrichtungen (2, 3, 4, 5) ausgetauscht werden, 25

dadurch gekennzeichnet, dass nach einer Störung auf der ersten Datenverbindung zum Aufbau einer zweiten Datenverbindung, welche zumindest teilweise als Ersatz für die erste Datenverbindung fungiert, von einer dritten Netzknoteneinrichtung (3) ein Signalisiersignal (S32) an eine mit der dritten Netzknoteneinrichtung (3) verbundene vierte Netzknoteneinrichtung (2) gesendet wird, welches einen von der dritten Netzknoteneinrichtung (3) ermittelten Parameter (NRR, n) enthält, auf Basis dessen ermittelt 30 35

wird, ob die vierte Netzknoteneinrichtung (2) für den Aufbau der zweiten Datenverbindung zuständig ist, oder nicht.



1A

Fig. 1

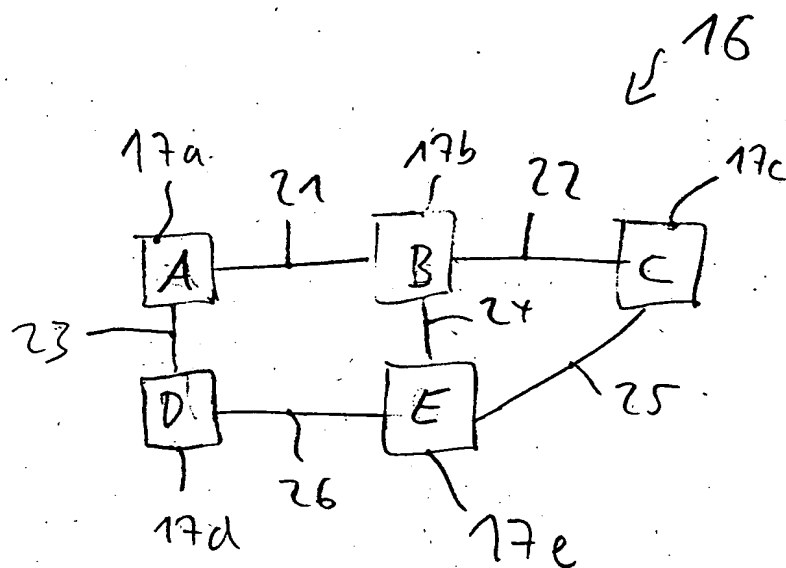


Fig. 2a

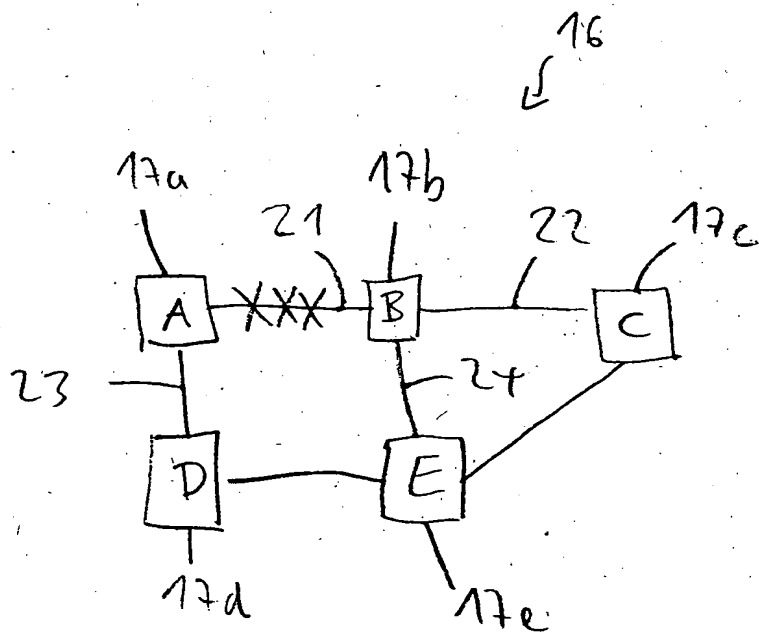


Fig. 2b

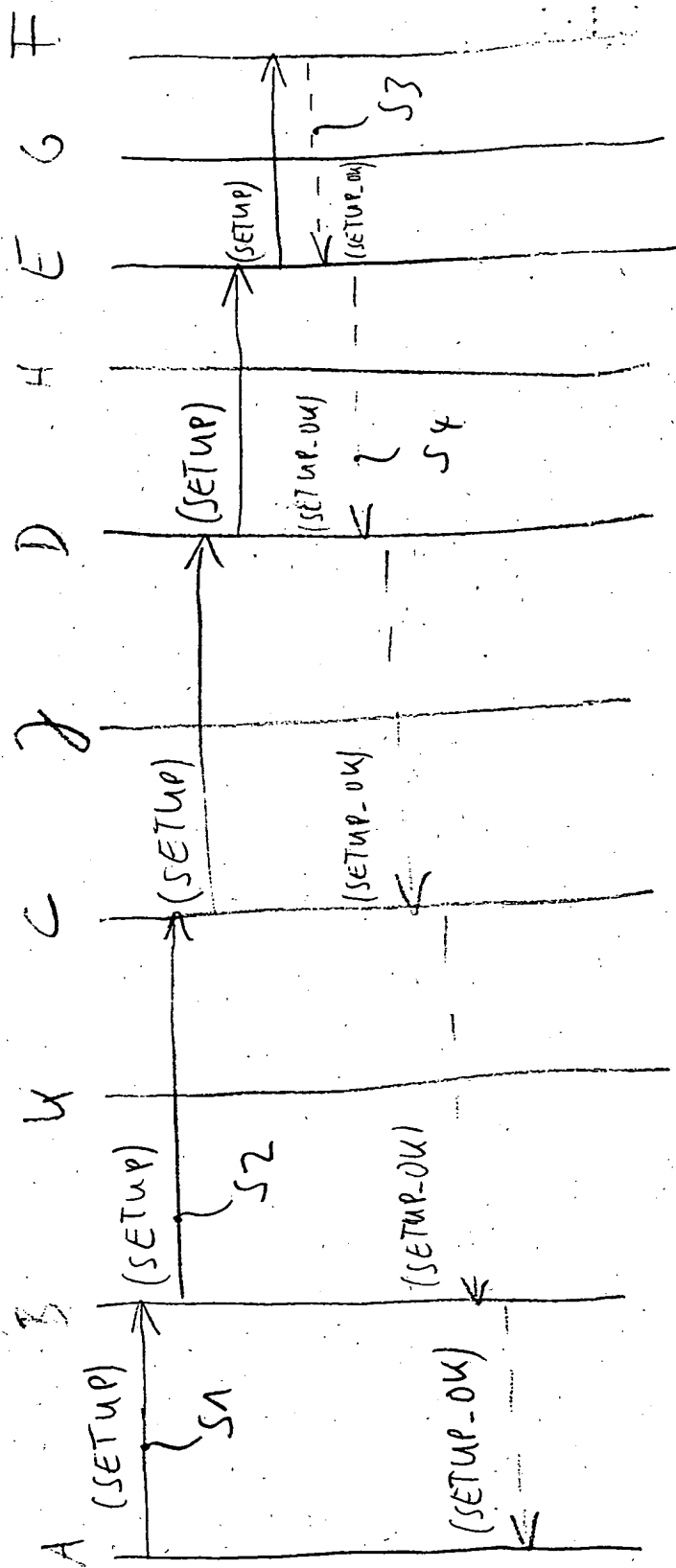


Fig. 3

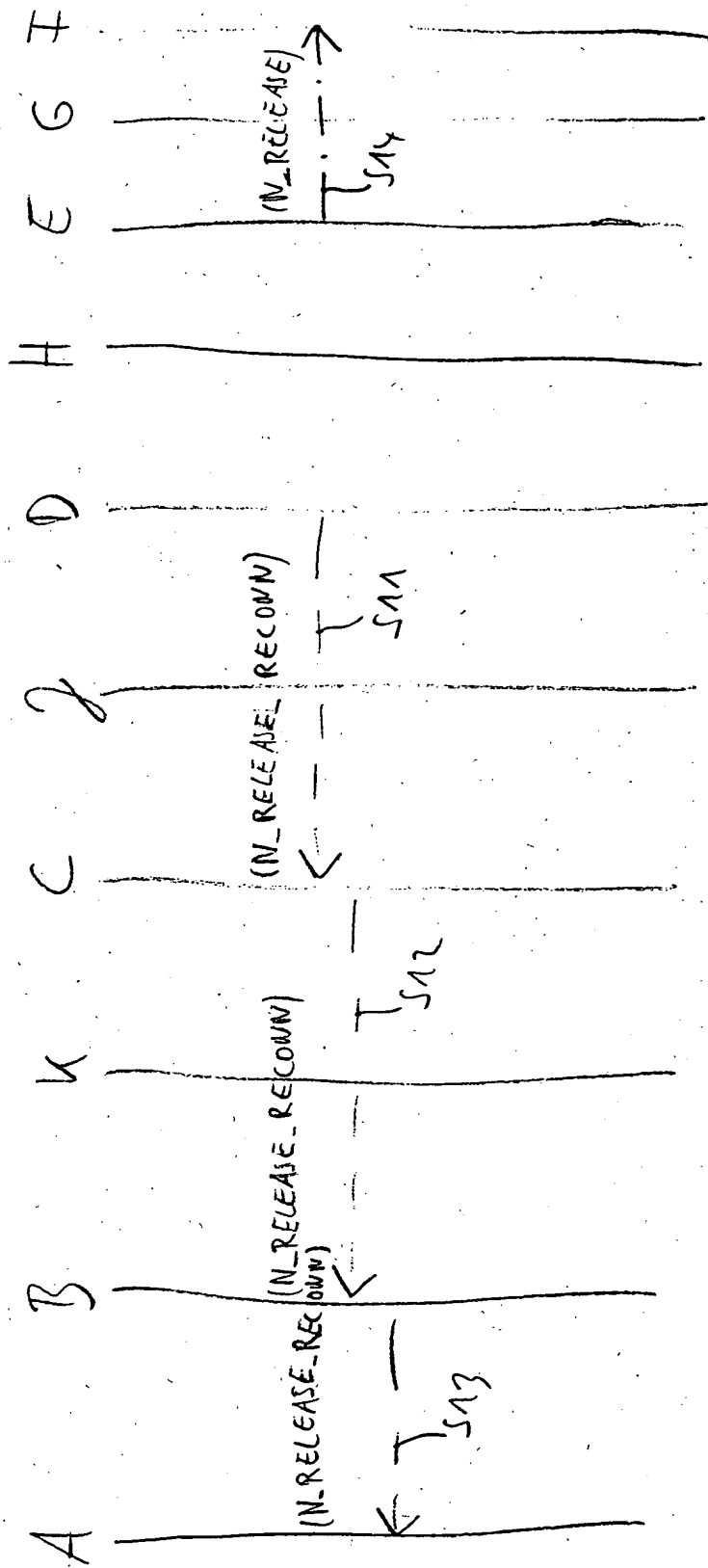


Fig. 7

A B C D E F

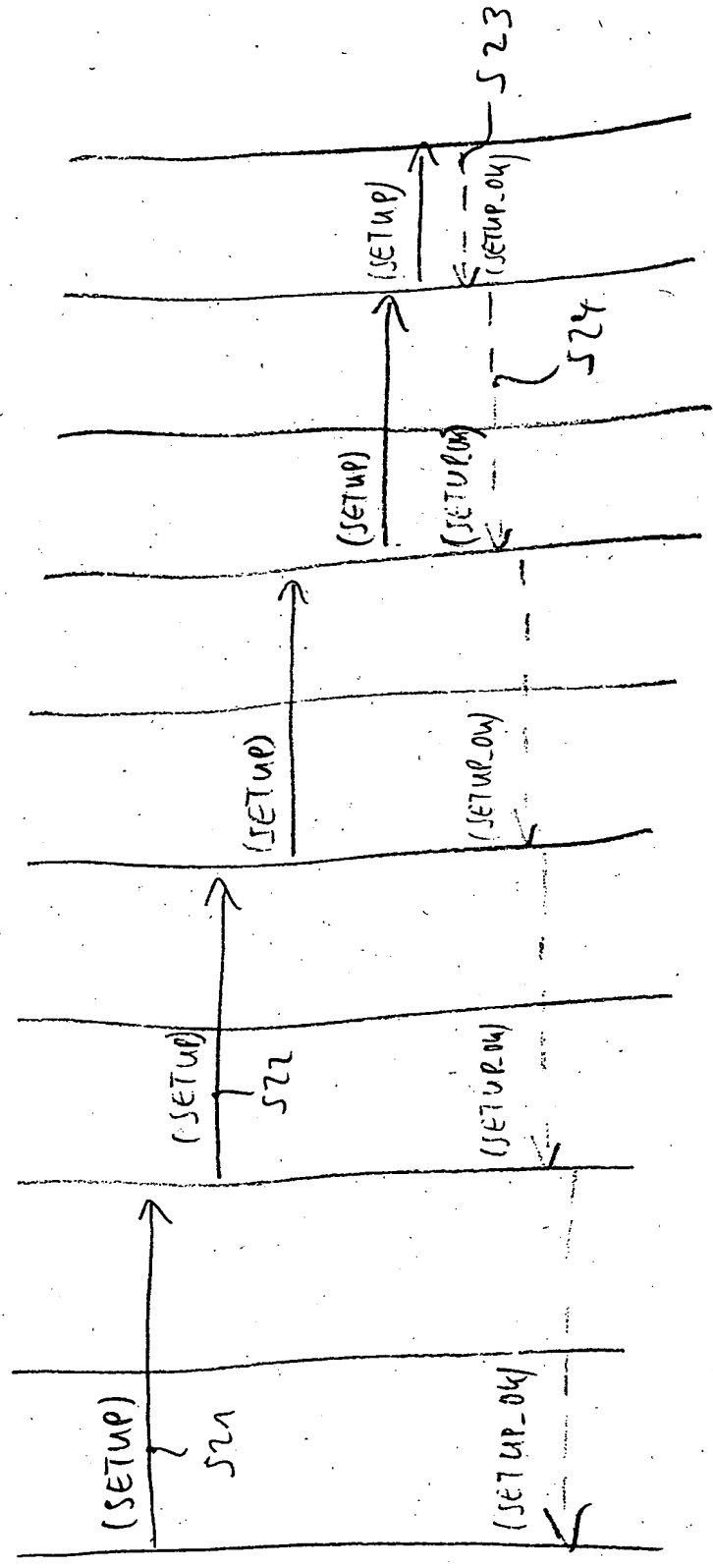


Fig. 5

A B C D E G F

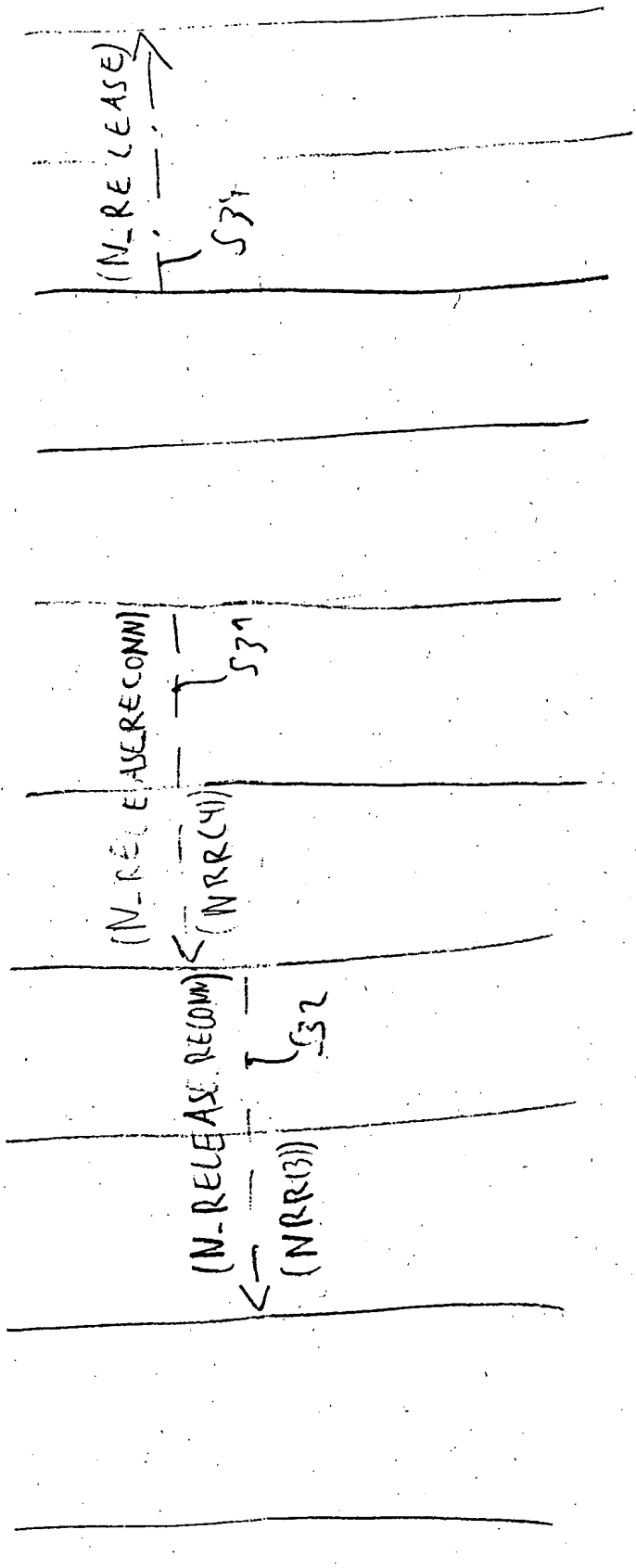


Fig. 6

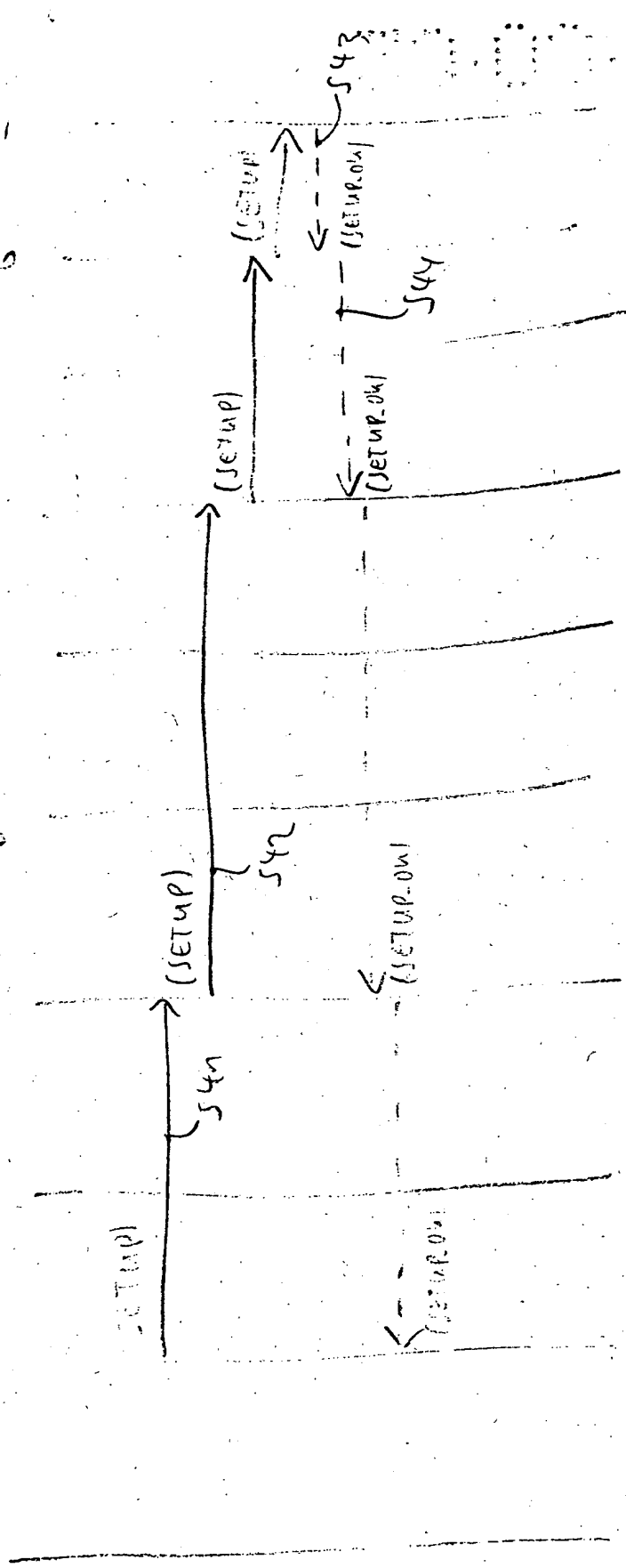


Fig. 7.



Creation date: 06-30-2004

Indexing Officer: JOREYOMI - JANET OREYOMI

Team: OIPEBackFileIndexing

Dossier: 10036401

Legal Date: 06-30-2004

No.	Doccode	Number of pages
1	ECBOX	1

Total number of pages: 1

Remarks:

Order of re-scan issued on